



FACULDADE DE  
MEDICINA DENTÁRIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

**Monografia de Investigação/Relatório de Atividade Clínica do  
Mestrado integrado em Medicina Dentária**

# **Amido como espessante alimentar e consequências para a saúde oral**

---

Revisão Bibliográfica

Liliana Veloso Abreu

Porto, Junho de 2013



# **Amido como espessante alimentar e consequências para a saúde oral**

Revisão Bibliográfica

Liliana Veloso Abreu\*

João Miguel Silva e Costa Rodrigues\*\*

\*Estudante do 5º ano do Mestrado Integrado de Medicina Dentária da  
Universidade do Porto

\*\*Orientador: Professor Auxiliar convidado na Faculdade de Medicina  
Dentária da Universidade do Porto

**Liliana.v.abreu@gmail.com**

Porto, 3 de Junho de 2013

### **Agradecimentos**

Agradeço aos meus pais pelo apoio e motivação diária.

Agradeço ao meu irmão, a minha fonte de inspiração.

Agradeço ao Professor Doutor João Rodrigues, pela sua total disponibilidade e constante ajuda na elaboração desta Monografia.

A todos os meus amigos e colegas que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, um muito obrigada.

## **Resumo**

O amido é um constituinte maioritário de muitos alimentos e representa uma importante fonte de energia <sup>(1-3)</sup> já que fornece diretamente glucose, substrato a partir do qual o organismo consegue gerar energia metabólica <sup>4</sup>. Um conhecimento detalhado da estrutura nativa do amido é essencial de forma a perceber como é que esta molécula pode ser utilizada apropriadamente, como um espessante alimentar. Existem vários tipos de espessantes alimentares, sendo o amido de milho modificado granular, o mais conhecido e utilizado há cerca 20 anos <sup>79</sup>.

A digestão do amido no organismo é variável e depende do conteúdo de amilose, amilopectina, lípidos, proteínas e outros polímeros <sup>13</sup> mas o amido resistente tem merecido destaque na indústria alimentar pelas suas potenciais propriedades benéficas para a saúde.

Das inúmeras alterações que podem ocorrer na cavidade oral a cárie e erosão dentária, candidíase oral, doença periodontal e cancro oral são patologias relativamente frequentes com que o médico dentista pode lidar diariamente.

Neste sentido, foi realizada uma pesquisa da literatura nas bases de dados eletrónicas Science Direct, PUBMED e B-ON, tendo como objectivo relacionar os processos bioquímicos inerentes à presença do amido na cavidade oral, analisando assim quais as suas consequências para as alterações mencionadas.

**Palavras-chaves:** Amido, Cárie dentária, Erosão dentária, Candidíase oral, Doença periodontal, Cancro oral.

## **Abstract**

Starch is a major component of many foods and an important energy source which provides glucose directly that the body can use to generate metabolic energy.

Strong knowledge of the native structure of starch is important in order to understand how this component can be appropriately used as a food thickener.

There are many kinds of food thickeners but the modified corn starch granulate is the most well-known and used for 20 years now.

The body digestion of starch is variable and it depends on the amylose and amylopectin components, lipids, proteins and other polymers, but the resistant body digestion starch has received most attention in the food industry because of its health properties.

Amongst the several changes which can occur in the mouth, dental cavities, dental erosion, oral candidiasis, periodontal disease and oral cancer are pathologies, relatively frequent, which a dentist can find daily.

Regarding this matter, a literary search in electronic databases, Science Direct, PUBMED and B-On was made, essentially, to relate the biochemical processes of starch in the mouth, analyzing thus consequences to the previously mentioned pathologies.

**Key Words:** Starch, Food thickeners, Dental cavity, Periodontal disease, Oral candidiasis, Dental erosion and Oral cancer.

## **Índice**

Introdução.....	1
Material e Métodos.....	3
Estrutura do amido.....	4
Grânulos de amido.....	4
Amilose.....	5
Amilopectina.....	6
Componentes minoritários.....	7
Modificação química do amido .....	9
Os diferentes tipos de amido .....	10
Propriedades funcionais do amido .....	10
Digestão do amido .....	11
Amido e cárie dentária .....	12
Espessantes alimentares e cárie dentária.....	14
Erosão dentária associada a bebidas “light” .....	16
Espessantes alimentares à base de oligossacarídeos sintéticos .....	16
Espessantes alimentares e Candidíase Oral.....	17
Outros efeitos antimicrobianos .....	18
Amido e a doença periodontal.....	19
Amido e o cancro oral.....	20
Amido e o seu potencial anti-carcinogénico.....	20
Conclusão .....	23
Referências Bibliográficas .....	24

## **Introdução**

O amido é um constituinte maioritário de muitos alimentos e representa uma importante fonte de energia <sup>1-3</sup> já que fornece diretamente glucose, substrato a partir do qual o organismo consegue gerar energia metabólica <sup>4</sup>. No entanto existe uma enorme variabilidade associada à estrutura e função do amido, devido não só à sua origem botânica mas também ao processo de extração e ao próprio ambiente da cultura, causando variações nas suas propriedades que levaram à necessidade de modificar quimicamente este componente para contrariar essas alterações <sup>4,5</sup>.

Um conhecimento detalhado da estrutura nativa do amido é essencial de forma a perceber como é que esta molécula pode ser utilizada apropriadamente, como um espessante alimentar.

O amido é constituído essencialmente por dois grandes polímeros, a amilose e a amilopectina <sup>6-11</sup>. É sintetizado em grânulos semi-cristalinos, ou seja, grânulos com regiões cristalinas e regiões amorfas <sup>7-9</sup> que podem ter três tipos de estruturas cristalinas: tipo A, tipo B e tipo C. Estas estruturas apresentam diferenças na composição, cristalinidade, posição dos locais ramificados das cadeias de amilopectina, entre outras <sup>9,12</sup>.

A organização final da estrutura do amido depende da quantidade e distribuição das moléculas, não apenas das cadeias de amilose e amilopectina mas também de lípidos, proteínas e outros polímeros. Todos estes fatores influenciam a digestão do amido a vários níveis <sup>13</sup>.

Uma propriedade importante em relação à funcionalidade do amido é a sua capacidade de absorção de água, ocorrendo a perda da estrutura granular o que permite a formação de soluções viscosas e de géis, aproveitados pela indústria alimentar como espessantes alimentares <sup>2</sup>. Muitos estudos têm relacionado essa propriedade com a estrutura molecular da amilose e da amilopectina <sup>2</sup>. Para otimizar o uso do amido como espessante, colóide, agente gelificante e captador de água tornou-se necessária a modificação química e física do amido nativo, pois apesar de este apresentar como um bom estabilizador e regulador de alimentos <sup>14</sup> a baixa resistência à degradação mecânica e térmica pode comprometer a eficiência do seu uso <sup>5,15</sup>.



Os espessantes fabricados pela indústria alimentar são usados com a finalidade de conferir aos alimentos consistência, textura e estabilidade adequadas. Tais propriedades são importantes e recomendadas principalmente para a reabilitação da disfagia bem como para a alimentação dos bebês <sup>16</sup>.

Nos anos 80 começou a produção de bebidas chamadas “sem adição de açúcar” ou “com açúcares naturais” acreditando-se que não interferiam com a desmineralização dentária. No entanto, Frostell <sup>17</sup> mostrou que virtualmente todos os açúcares têm igual potencial de transformação ácida como a sacarose e, portanto, essas bebidas possuíam um efeito cariogénico igual às bebidas que continham sacarose <sup>18</sup>.

Das inúmeras alterações que podem ocorrer na cavidade oral a cárie e erosão dentária, candidíase oral, doença periodontal e cancro oral são patologias relativamente frequentes que o médico dentista pode lidar diariamente. Neste sentido, esta revisão bibliográfica tem como objetivo relacionar os processos bioquímicos inerentes à presença do amido na cavidade oral, determinando assim quais as suas consequências para as alterações mencionadas.

É fundamental que os profissionais de saúde estejam informados dos riscos/benefícios da utilização destes alimentos para o melhor aconselhamento possível dos seus doentes, numa era onde o tratamento multidisciplinar adquire cada vez mais importância.

---

**Material e Métodos**

A pesquisa da literatura foi realizada nas bases de dados eletrônicas Science Direct, PUBMED e B-ON, procurando incluir-se informação dos artigos mais recentes mas ressaltando a informação base dos artigos mais antigos sobre o tema.

Na pesquisa foram utilizadas diferentes combinações das palavras-chaves “starch”, “dextrins”, “food thickeners”, “dental cavity”, “periodontal disease”, “oral candidiasis”, “dental erosion” e “oral cancer”.

Os critérios de inclusão para a leitura dos artigos foram a disponibilidade do texto integral, a referência no título ou no resumo de uma das palavras-chave e a disponibilidade dos artigos na língua Portuguesa, Inglesa ou Espanhola.

Foram analisados estudos clínicos, estudos casos-controle e artigos de revisão. Os estudos realizados numa população específica ou num grupo reduzido foram também incluídos especulando sobre os resultados dos mesmos.

Primariamente efetuou-se uma pesquisa apenas dirigida à molécula de amido, com as palavra-chave “starch”, “dextrins”, e “food thickeners” de modo a perceber qual a sua estrutura e propriedades para posteriormente entender o seu processo digestivo e de que forma é que esta molécula pode interagir com as estruturas orais.

Posteriormente foi então efetuada uma pesquisa utilizando as várias combinações das palavras-chave, de modo a encontrar possíveis relações com as alterações orais mencionadas.

## Estrutura do amido

### Grânulos de amido

Embora dependentes da origem botânica do amido <sup>6,7</sup>, os grânulos apresentam uma estrutura definida, com anéis de diâmetros crescentes a partir do hilo, que alternam entre anéis amorfos e anéis semi-cristalinos (figura 1) <sup>19,20</sup>.

Os anéis amorfos apresentam os polímeros amilose e amilopectina dispostos aleatoriamente, enquanto os anéis semi-cristalinos possuem uma estrutura lamelar, alternado entre lamelas com arranjo cristalino (dado pelas cadeias de amilopectina em dupla hélice emparelhadas lateralmente) e lamelas com arranjo amorfo (dado pelas regiões ramificadas da amilose e amilopectina) <sup>21,22</sup>. Esta organização em lamelas apenas é detectada em meio húmido, já que na presença de água os locais ramificados das cadeias adquirem maior flexibilidade permitindo que a estrutura original se transforme numa estrutura lamelar. Na ausência de água os locais ramificados voltam a adquirir rigidez, obrigando ao retorno da conformação original da dupla-hélice, perdendo-se assim a estrutura lamelar- modelo cristalino líquido <sup>6</sup>. Apesar das informações disponíveis sobre a estrutura do amido, é ainda necessário um conhecimento mais detalhado sobre a mesma, já que ainda não é totalmente compreendido o exacto papel da amilose e amilopectina nos anéis e na estrutura em lamelas <sup>19, 23</sup>.

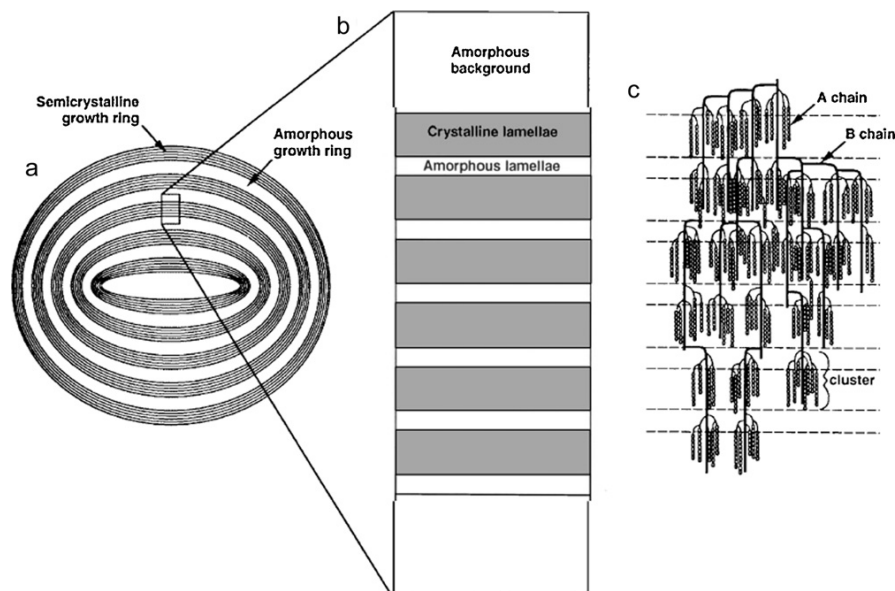


Fig. 1- Representação esquemática da estrutura do grânulo de amido:  
a- Grânulo; b-Estrutura lamelar; c- Arranjo das cadeias poliméricas <sup>6</sup>.

**Amilose**

A amilose é uma molécula linear, constituída por unidades de  $\alpha$ -D-glucopiranoses unidas por ligações glicosídicas  $\alpha$  (1-4). Alguns estudos referem que esta molécula não é completamente linear, havendo assim locais onde a cadeia é ramificada através de ligações  $\alpha$  (1-6). Essa ideia é suportada pelos produtos obtidos após a hidrólise de amilose por ação exclusiva da enzima  $\beta$ -amilase pura. Esta enzima apenas tem capacidade para clivar as ligações  $\alpha$  (1-4) da extremidade não-redutora da cadeia, originando unidades de  $\beta$ -maltose, não clivando ligações  $\alpha$  (1-6). Após a hidrólise, além das unidades de maltose esperadas, originaram-se também dextrinas limites, correspondentes às áreas ramificadas contendo as ligações  $\alpha$  (1-6) que a  $\beta$ -amilase não conseguiu degradar. Desta forma fica demonstrado que a cadeia não é completamente linear<sup>24</sup>.

As dextrinas limite formadas a partir das amiloses ramificadas têm propriedades idênticas às correspondentes amiloses lineares, tais como a capacidade de ligação ao iodo, permitindo a distinção entre a amilose e a amilopectina<sup>25</sup>.

Com o objetivo de determinar o volume ocupado pelos 2 tipos de amilose (linear e ramificada), recorreu-se à cromatografia de alto desempenho de exclusão de tamanho (HPSEC), que revelou que não havia diferenças significativas entre ambas<sup>24</sup>. Quanto ao peso molecular, a informação é contraditória, muito provavelmente devido à origem biológica da amilose, ao próprio processo de extracção e à degradação molecular durante o seu fraccionamento. Em relação ao tamanho, as cadeias ramificadas são 1,5 a 3 vezes maiores que as das cadeias lineares<sup>7</sup>.

Uma característica importante da amilose é a sua capacidade de ligação ao iodo formando complexos poliodados. Estes conferem uma cor azul e por essa razão foram usados durante muito tempo testes colorimétricos ao amido<sup>4,7,24</sup>.

### **Amilopectina**

A amilopectina é um polissacarídeo ramificado, constituído por unidades de  $\alpha$ -D-glucopiranoses unidas por ligações glicosídicas  $\alpha$  (1-4) e 5/6% de ligações  $\alpha$  (1-6) nos locais ramificados <sup>4,7</sup>. Estas ramificações tornam a estrutura deste polímero muito complexa e variável dependendo da localização e do tamanho das cadeias <sup>4</sup>. As cadeias com mais de 10 resíduos de glucose estão organizadas em duplas-hélices, nas formas cristalinas A ou B, sendo que a A é mais compacta e por isso a B possui uma estrutura mais aberta <sup>4</sup>. O glicogénio possui uma composição química igual à amilopectina, no entanto as cadeias ramificadas existem numa percentagem maior conferindo a esta molécula uma forma globular <sup>4,26</sup>.

As cadeias da amilopectina podem ser classificadas em: cadeias A, ligadas ao C6 de outra cadeia através de uma ligação glicosídica  $\alpha$  (1-6), apresentam uma extremidade não redutora e podem ser consideradas as ramificações externas da molécula; cadeias B, definidas como cadeias ramificadas a partir da cadeia C, podem ser consideradas as ramificações internas e cadeias C, definidas como as cadeias iniciais, são as únicas que apresentam uma extremidade redutora livre <sup>7,27</sup>. Um parâmetro importante que avalia o grau de ramificação do amido é o rácio entre as cadeias A e B <sup>7</sup>. Regra geral, as amilopectinas têm mais cadeias A do que B <sup>28</sup>.

Existe também uma classificação baseada no tamanho das cadeias. As cadeias S são as cadeias curtas (incluem as cadeias A e B com tamanho médio, ou seja, com um grau de polimerização médio) e as cadeias L apresentam um grau de polimerização elevado, normalmente entre 45 e 55. Adicionalmente existem ainda cadeias com um tamanho maior sendo o grau de polimerização superior a 60 <sup>7</sup>.

Na estrutura das amilopectinas, as cadeias não estão ligadas aleatoriamente mas sim formando uma estrutura em *clusters* (Figura 2), originalmente proposta pelo Robin <sup>29</sup> e French <sup>30</sup>. As cadeias L representam a “espinha dorsal” onde as cadeias S se vão ligar. Em média uma cadeia longa com 20-23 resíduos de glucose apresenta 2 clusters. Esta estrutura é comprovada pela alta viscosidade da amilopectina comparada com o glicogénio, pelo envolvimento da cadeia de amilopectina no arranjo cristalino e pelo padrão de moléculas obtido quando sujeita à clivagem enzimática pela  $\alpha$ -amilase <sup>7</sup>.

O modelo ramificado baseado em cadeias curtas explica características como a baixa capacidade de ligação ao iodo, elucidada pela disposição dos 4 átomos de iodo mais ou menos arrançados linearmente dentro da estrutura em hélice das 11 unidades de glucose, e

a formação de estruturas cristalinas <sup>7</sup>. Este tipo de estrutura é compatível com a presença das cadeias S <sup>31</sup>. A susceptibilidade à ação da  $\alpha$ -amilase é baixa qualquer que seja a sua origem botânica ou processo de purificação <sup>24</sup>.

Em conclusão, o conhecimento total da estrutura interna da amilopectina ainda não foi alcançado, como prova a existência de amilopectinas atípicas. Tal poderia ajudar a explicar mecanismos de cristalização, biossíntese e a organização desta molécula no interior do grânulo de amido.

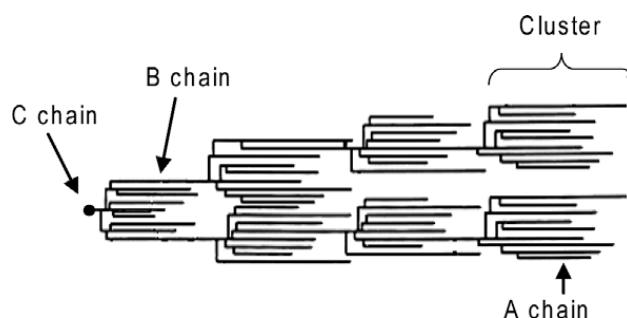


Fig. 2- Representação do modelo em cluster da estrutura da amilopectina e da organização das cadeias. O ponto preto da cadeia C corresponde à extremidade

### **Componentes minoritários**

Além da amilose e da amilopectina, o amido apresenta também outros componentes presentes em menores quantidades: componentes particulados, compostos na sua maioria por fragmentos da parede celular; componentes superficiais, removíveis durante o processo de extracção; componentes internos compostos por múltiplos lípidos e poucas proteínas <sup>7</sup>.

Os lípidos são o componente minoritário mais importante e a descoberta de lípidos monoacíclicos (ácidos gordos livres) e lisofosfolídeos, em que a quantidade e localização dependem da origem botânica do amido, é surpreendente, já que normalmente estão relacionados quer com o processo de lipólise quer com a lise celular <sup>7</sup>. A razão pela qual são tão importantes deve-se ao facto de os lípidos formarem complexos com a amilose, tendo sido alvo de vários estudos e merecido particular atenção por parte da indústria alimentar. Estes complexos parecem alterar de várias formas as propriedades funcionais do amido, como a diminuição da solubilidade em água e da tumefacção e dispersão dos grânulos, o aumento das temperaturas de gelatinização e a redução da rigidez do gel e da susceptibilidade à hidrólise enzimática <sup>7,32,33</sup>.

Estas propriedades têm sido usadas na indústria alimentar com a finalidade de diminuir a viscosidade de alimentos ricos em amido, de promover estabilidade ao frio, de retardar a perda de paladar de alguns alimentos como o pão e biscoitos, de substituir algumas gorduras e como espessantes em alguns alimentos <sup>4</sup>.

Como já referido, a amilose tem capacidade de ligação ao iodo originando uma cor azul, e alguns estudos utilizam essa propriedade para quantificar os complexos lipídicos, sendo que quando presentes a cor diminui <sup>34</sup>. Os lipídios ligam-se no interior da hélice da amilose, que é um local mais hidrofóbico, onde existem grupos metileno e oxigénios glicosídicos <sup>35</sup>. Ao formar complexos, alguns locais da hélice tornam-se mais insolúveis em água, havendo a formação de um padrão de cristalinização do tipo V, diferente do A e B <sup>36</sup>. A estabilidade dos complexos e o padrão de cristalização aumenta com o tamanho da cadeia de amilose <sup>37</sup>. Por outro lado a capacidade de ligação dos lipídios à amilopectina é muito baixa <sup>4</sup>. É então perceptível que o rácio entre amilose e amilopectina adquire uma importância elevada já que a quantidade de complexos lipídicos está diretamente dependente da quantidade da amilose que, por sua vez, irá influenciar as propriedades do amido.

Algumas proteínas encontradas nos grãos de amido têm merecido particular atenção como é o caso da fibrilina, que tem sido associada a mudanças de textura do grão <sup>38</sup>. A diferente forma como estas proteínas se ligam à superfície dos grânulos ainda está em estudo <sup>39</sup>.

### **Modificação química do amido**

O mecanismo de alteração do amido está dependente da sua origem biológica e das condições em que ocorre a reação: concentração do reagente, pH do meio, tempo de reação, presença de catalisador e da extensão da substituição na molécula de amido <sup>40-43</sup>. A estrutura da superfície dos grânulos influencia também a reação pois a existência de poros ou canais proporcionam uma grande área de superfície acessível aos reagentes químicos o que facilita o acesso ao interior do grânulo <sup>44</sup>. Na ausência de poros e canais, o reagente ficará disperso na superfície externa dificultando por isso o acesso ao interior do grânulo <sup>45</sup>.

A modificação química é conseguida pela adição de grupos funcionais à molécula de amido original, através de processos como a esterificação, eterificação, modificação e inserção de ligações ramificadas que recorrem à hidrólise enzimática ou ácida, a reações de oxidação e ao tratamento físico como o calor ou humidade <sup>46-48</sup>. Deste modo irá haver uma profunda alteração em propriedades como a gelificação, pastorização e no processo de regradação permitindo aumentar a consistência final da pasta, a suavidade, claridade e a estabilidade ao frio <sup>48-50</sup>.

Neste processo ocorre quebra das ligações de hidrogénio intra e inter moleculares (pelos grupos hidroxiprolino) causando a movimentação das cadeias livres presentes nas regiões amorfas <sup>51,52</sup>. Tal irá permitir a adição de novas ligações intra e inter moleculares aleatórias fazendo com que o grânulo se torne mais forte e estável <sup>53</sup>. Ao ser sujeito a este tipo de processo, o amido tem menor probabilidade de quebra das ligações moleculares, resistindo mais a variações de temperatura, sendo menos viscoso e por isso adequado para enlatados e outros tipos de alimentos <sup>40</sup>.

A modificação dupla que combina a substituição dos grupos funcionais com a adição de novas ligações ramificadas tem sido muito utilizada já que mostra bons resultados na estabilidade, resistência à temperatura e degradação, atraso na retrogradação durante o armazenamento <sup>15</sup> e tem sido usada nos produtos enlatados, saladas, comidas congeladas, e pudins <sup>54</sup>.



### **Os diferentes tipos de amido**

O amido existente na natureza é constituído 70 a 80 % por amilopectina e 20 a 30% por amilose. No entanto existem formas em que a quantidade de amilose representa menos de 10 % do conteúdo- amido *waxy*, e formas que possuem um alto teor de amilose (mais de 40 %) <sup>10,55</sup>, variando nas propriedades morfológicas e físico-químicas <sup>56</sup>.

O amido *waxy* pode ser obtido por técnicas de engenharia genética <sup>57</sup> e tem elevada capacidade de absorção de água apesar de uma maior fragilidade e solubilização <sup>56</sup>. A estrutura deste tipo de amido é mais compacta e apresenta um arranjo cristalino molecular mais ordenado, como ficou demonstrado após análise DSC (differential scanning calorimetry) <sup>56</sup>.

Estudos apontam a amilopectina como responsável pela capacidade de absorção de água dos grânulos enquanto a amilose e os complexos lipídicos retardam essa absorção e aumentam a temperatura de gelatinização <sup>58</sup>.

### **Propriedades funcionais do amido**

Quando o amido é sujeito a altas temperaturas inicia um processo de transformação que passa por vários estados: vítreo, gelatinização, *swelling*, pasta e retrogradação <sup>59</sup>. A temperatura necessária para o amido passar ao estado vítreo é mais baixa na presença de água, ou seja, quanto maior for a humidade menor é a temperatura de transição vítrea <sup>60</sup>.

A completa homogeneidade do amido ocorre com o rompimento dos grânulos e consequente formação de pequenos agregados, quando sujeito a uma temperatura bem superior à temperatura de gelatinização <sup>27</sup>. Na presença de temperaturas e pressões ainda maiores ocorre a hidrólise espontânea das moléculas de amido, o que aumenta a homogeneidade estrutural e formam-se pequenos oligossacarídeos <sup>61</sup>.

Uma vez atingido o estado gelatinizado o grânulo aumenta muito o seu volume necessitando no entanto de ser degradado mecanicamente, para haver rompimento da sua integridade <sup>62</sup>.

À excepção dos cereais, a maioria do amido consumido pelos humanos é cozinhado, apresentando-se já num estado gelatinizado <sup>27</sup>.

### **Digestão do amido**

A digestão do amido é variável dependendo do conteúdo de amilose, amilopectina, lipídios, proteínas e outros polímeros<sup>13</sup>. A presença de amilose e de complexos lipídicos atrasa o aumento de volume do grânulo enquanto a amilopectina é a molécula responsável pela captação de água. O grau de polimerização das cadeias da amilopectina está relacionado com a quantidade de água captada, ou seja, quanto maior for a proporção de cadeias longas maior será essa capacidade de captação de água pelo grânulo<sup>63</sup>. Pelo contrário, no amido cuja amilopectina é formada por um grande número de cadeias pequenas a captação de água é menor e a susceptibilidade à acção enzimática é maior<sup>64</sup>.

O amido sujeito ao processo de gelatinização é mais susceptível à acção da enzima  $\alpha$ -amilase<sup>27</sup>. O conteúdo em amilose pode influenciar a susceptibilidade do amido à digestão<sup>65</sup>, sendo certo que moléculas de amilose com complexos lipídicos são mais resistentes às enzimas digestivas do que a amilose sem esses complexos<sup>66</sup>.

A retrogradação é um processo em que o amido, em determinadas condições após gelatinização, volta a obter uma estrutura ordenada através de ligações inter e intra-moleculares. O primeiro estado desse processo está relacionado com a amilose, por deter a estrutura mais simples, e por isso a primeira a re-cristalizar, enquanto o estado mais avançado depende do conteúdo de amilopectina, em particular do conteúdo das cadeias A<sup>27</sup>.

De acordo com o processo digestivo, o amido pode ser classificado em amido rapidamente digerido, amido lentamente digerido e o amido resistente à digestão<sup>67</sup>. O amido resistente à digestão pode incluir: amido fisicamente inacessível, grânulos de amido resistentes ou amido sujeito ao processo de retrogradação. O primeiro tipo, encontrado maioritariamente em alimentos como a massa, é um amido resistente às amílases mas a degradação mecânica (mastigação) contorna facilmente essa propriedade. Os grânulos resistentes possuem particularidades que lhes conferem tal característica como: a estrutura e arquitectura molecular, a existência de complexos entre a amilose e a amilopectina, o rácio entre as cadeias de amilose e amilopectina, a cristalinidade, entre outras. Essa função normalmente é perdida logo que o alimento é cozinhado, pois o amido torna-se gelatinizado e com isso mais susceptível às amílases. O amido sujeito ao processo de retrogradação é o tipo mais resistente mas menos abundante, encontrado normalmente no pão, em algumas marcas de flocos de milho, em legumes e em batatas pré-cozinhadas<sup>67</sup>. O

amido resistente tem merecido destaque na indústria alimentar pelas suas potenciais propriedades benéficas para a saúde.

### **Amido e cárie dentária**

A cárie dentária é uma doença multifatorial relacionada com a alimentação, placa bacteriana e com o hospedeiro <sup>68</sup>. Quando ocorre uma descida do pH oral, motivada pela presença de bactérias acidogênicas, a superfície externa do dente é sujeita a um processo de desmineralização, onde existe a dissolução dos iões que formam o esmalte ou a dentina. No entanto, a ação tamponante dos iões presentes na saliva leva a que aproximadamente 20 a 30 minutos após o ataque ácido o pH volte ao normal, ocorrendo dessa forma remineralização da estrutura dentária. Assim, um ataque ácido isolado é pouco significativo enquanto a persistência de um ambiente ácido com o valor de pH aproximadamente de 5,5, torna inviável a recuperação da estrutura dura, ocorrendo aí uma desmineralização irreversível e com isso a cárie dentária <sup>18</sup>.

Quanto ao potencial cariogénico dos diferentes alimentos ricos em amido, é importante considerar de entre os vários fatores a estrutura inicial, o processamento da molécula, a viscosidade e a capacidade de aderência ao dente <sup>69</sup>.

Na cavidade oral, os grânulos de amido são sujeitos à ação da amilase salivar, e dependendo da sua estrutura e origem, a velocidade da reação será diferente. Os grânulos de amido nativo são degradados lentamente enquanto os grânulos previamente sujeitos ao processo de gelatinização são mais suscetíveis à ação enzimática e por isso apresentam uma velocidade de reação maior <sup>70</sup>. A atividade cariogénica do amido nativo é por isso mais baixa em comparação com a do amido processado, o que é predominantemente consumido pelos humanos <sup>71</sup>.

Por outro lado, os produtos resultantes da digestão do amido pela amilase salivar, nomeadamente dextrinas, maltose e maltotriose, são moléculas que se difundem facilmente na placa bacteriana <sup>70,72</sup>. Quando as bactérias presentes na placa bacteriana entram em contato com estes carboidratos fermentáveis, há a formação de ácidos orgânicos, descendo o pH e causando desmineralização da superfície do dente. Uma queda acentuada do pH depois de consumo de amido está demonstrada em vários estudos <sup>69</sup>.

Deste modo, a manipulação de alimentos ricos em amido torna-os mais suscetíveis à fermentação, quer por componentes presentes na saliva, quer na placa bacteriana existente nas superfícies dentárias. Quanto mais acentuado for esse processamento, maior será a

ação enzimática, aumentando a quantidade de produtos sujeitos à fermentação e por isso maior será a descida do pH e consequente desmineralização dentária associada<sup>69,71</sup>.

A quantidade de amilose e amilopectina na molécula de amido influenciam a variação do pH. Estudos mostraram que quanto maior for o teor de amilose, mais compacta e densa é a estrutura do amido, com poros de menor tamanho, aumentando a dificuldade da enzima  $\alpha$ -amilase em aceder às cadeias<sup>69</sup>. Em comparação, quando moléculas ricas em amilopectina foram sujeitas a hidrólise, originaram um pH mais baixo, tornando-se cada vez mais elevado à medida que o teor em amilose aumentava<sup>69</sup>.

A enzima amilase salivar desempenha também um papel importante na formação da placa bacteriana e no aparecimento da cárie dentária. Alguns *streptococcus* orais produzem amilase endógena mas a maioria da atividade enzimática é fornecida pela amilase salivar<sup>73</sup>. Quando esta enzima se liga a determinados *streptococcus viridans* em solução, estes adquirem a capacidade de hidrolisar os polímeros do amido convertendo-os em ácido láctico, contribuindo para o aumento da virulência dos biofilmes<sup>73</sup>. A inibição da  $\alpha$ -amilase pode diminuir a produção de ácidos e com isso diminuir o risco de ocorrência de cárie dentária<sup>68</sup>.

Os poliois são usados na indústria alimentar em alternativa à sacarose com o objetivo de prevenir a cárie dentária. A diminuição da atividade enzimática fermentativa na presença dos poliois pode ser explicada por o maltitol formar complexos com a  $\alpha$ -amilase, atuando como um substrato lento para esta enzima. Mas o uso destes poliois conjugados com o amido em alimentos ditos “sem açúcar” pode impedir o benefício do efeito dos poliois, pois o amido é simultaneamente hidrolisado pela amilase na cavidade oral, originando o processo descrito anteriormente<sup>69</sup>.

A cárie dentária é uma doença infecciosa que resulta da interação de vários microrganismos presentes nos biofilmes aderidos à estrutura dentária, com os substratos existentes na cavidade oral, oriundos da dieta ou dos próprios constituintes da saliva<sup>74</sup>. Dos vários microrganismos o *Streptococcus mutans* tem particular influência na transformação de um biofilme não patológico num biofilme altamente cariogénico<sup>75</sup>. Tal deve-se principalmente à capacidade deste organismo transformar a sacarose proveniente da dieta em exopolissacarídeos (EPS) através das glucotransferases (gtfs) e frutossiltransferases adsorvidas à superfície do dente, à capacidade de adesão a superfícies revestidas por glucose e ao seu perfil acidófilo e altamente acidogénico<sup>76</sup>.

A maltose, maltotriose, dextrinas e outros oligossacarídeos podem ser incorporados pelas gfts durante a sua síntese <sup>77</sup>. Quando o amido e a sacarose estão presentes em simultâneo e entram em contato com as gfts, a atividade da  $\alpha$ -amilase aumenta, ocorre a formação de vários glucanos e as bactérias aumentam a sua capacidade de ligação a superfícies lisas, incluindo o *Streptococcus mutans* <sup>78</sup>. Este organismo tem ainda um sistema de transporte de açúcares especializado e é capaz de metabolizar o amido hidrolisando-o em ácidos <sup>74</sup>.

Neste contexto, verificou-se que a presença simultânea de amido e sacarose influenciam a remodelação do transcrito do *Streptococcus mutans*, alterando a dinâmica deste organismo com o biofilme, ocorre um aumento da síntese de EPS, da atividade acidogénica e da formação de biofilmes mais virulentos <sup>74,78</sup>.

Estudos realizados sobre o potencial cariogénico do amido e da sacarose sugerem que a prevalência de cárie é menos acentuada em populações que consomem alimentos ricos em amido do que nas que consomem alimentos com açúcar refinado, mais comum em ambientes urbanos. No entanto os resultados controversos na literatura surgem provavelmente devido à comparação de diferentes tipos de amido <sup>71</sup>.

### **Espessantes alimentares e cárie dentária**

Existem vários tipos de espessantes alimentares, sendo o amido de milho modificado granular, o mais conhecido e utilizado à cerca 20 anos <sup>79</sup>. Com a adição de água os grânulos de amido incham e dissolvem-se parcialmente, formando uma solução com algumas ligações ramificadas entre os grânulos, estrutura responsável pelo efeito de espessante alimentar <sup>16</sup>.

Existem outros espessantes alimentares que combinam o amido de milho modificado com as gomas. Estas são estabilizadoras de líquidos e são utilizadas pela indústria alimentar para aumentar o efeito de volume e saciedade dos produtos com poucas calorias, podendo também apresentar um efeito laxante. Existem ainda outros espessantes alimentares apenas constituídos pelas gomas, não suscetíveis à ação da amilase salivar <sup>16</sup>.

O efeito dos espessantes à base de amido é continuamente perdido à medida que a amilase salivar hidrolisa os carboidratos em produtos mais simples. Apesar de a hidrólise estar dependente do pH e do produto, é certo que a amilase pode reduzir drasticamente a viscosidade do alimento. O mesmo efeito é observado nos espessantes que utilizam a combinação de gomas com o amido pois o simples contacto com apenas 1 ml de saliva pode reduzir a viscosidade até perto do nível da água <sup>16</sup>.

Nesse sentido, o pH é um fator muito significativo, pois a amilase salivar tem um pH ótimo de atuação de 6,8<sup>80</sup>, ou seja, nos produtos à base de água observa-se uma acentuada redução da viscosidade enquanto nos produtos ácidos (sumos de fruta, soda) tal já não acontece, pois o valor de pH ronda os 3,8<sup>80</sup>. Por outro lado os produtos ácidos contribuem para baixar o pH oral pois detêm na sua composição ácidos orgânicos<sup>18</sup>, tornando o ambiente mais propício à ocorrência da desmineralização dentária.

No entanto a amilase salivar não tem capacidade de hidrolisar as ligações  $\alpha$  (1-6) e as ligações  $\alpha$  (1-4) imediatamente adjacentes, originando-se pequenas cadeias ramificadas contendo 3 a 7 unidades de glucose, chamadas maltodextrinas ou xarope de glucose<sup>18,81,82</sup>. Existem poucos dados na literatura sobre a relação destes alimentos com a cárie dentária<sup>18,83</sup>, mas alguns estudos concluíram que as maltodextrinas têm menor atividade acidogénica que a sacarose (cerca de 10%)<sup>83,84</sup>, provavelmente porque o maior peso molecular das maltodextrinas leva a que a hidrólise não seja efetuada tão prontamente como nos açúcares simples<sup>81,85</sup>. Porém existe uma pequena porção de componentes com baixo peso molecular - glucose e maltose – que pode ser metabolizada pelas bactérias orais produzindo ácidos, o que explica a razão destas maltodextrinas também baixarem o pH oral<sup>83</sup>. Além disso o *Streptococcus Mutans* tem um sistema especializado de transporte em que é capaz de hidrolisar cadeias que contenham até 4 unidades de glucose recorrendo à enzima DexB<sup>86</sup>. As bactérias orais adaptaram-se assim à fermentação de cadeias longas e ramificadas, mas esta relação com a cárie dentária ainda necessita de ser estudada.

Apesar de serem menos cariogénicas que a sacarose, as maltodextrinas devem ser consideradas acidogénicas e por isso também potenciadoras da cárie dentária<sup>83</sup>. O tempo que o valor de pH permanece baixo é menor quando se compara as maltodextrinas com a sacarose, sendo também este um fator importante, pois quanto maior a permanência de um pH baixo, maior probabilidade existe de ocorrer desmineralização dentária<sup>83</sup>.

Apesar dos “açúcares artificiais” diminuírem o teor calórico dos alimentos, o potencial cariogénico continua elevado. Deste modo existe a necessidade de investigações focadas sobre este assunto para que os profissionais de saúde possam ponderar e informar os riscos/benefícios da prescrição deste tipo de alimentos<sup>83</sup>. É recomendável investigar a produção de produtos que possam ser utilizados como espessantes alimentares que, por um lado, não sejam rapidamente hidrolisados pela amilase, mas por outro lado não tragam consequências negativas para a hidratação, nutrição e saúde oral do indivíduo<sup>16</sup>.

### **Erosão dentária associada a bebidas “light”**

A erosão dentária define-se pela perda de estrutura dentária associada a ácidos de origem não bacteriana<sup>18</sup>. Pode ser causada por fatores como o refluxo gastro-esofágico, ambientes industriais hostis, mas a principal causa são os ácidos provenientes da dieta<sup>87</sup>. Frutas frescas, sumos de fruta naturais ou bebidas ácidas têm um potencial erosivo do esmalte bem conhecido, pois o seu baixo valor de pH provoca dissolução dos iões que compõe a estrutura dentária, ocorrendo assim perda irreversível do esmalte<sup>16,87</sup>.

Com o objectivo de diminuir o teor calórico de algumas bebidas, os espessantes alimentares foram largamente utilizados, substituindo os açúcares refinados nas chamadas bebidas “soft” ou sem “açúcares”<sup>88</sup>.

No entanto o potencial erosivo destas bebidas para o esmalte continua elevado<sup>88</sup> pois englobam vários tipos de ácidos que contribuem para baixar o pH. Além dos ácidos orgânicos derivados da fruta, contêm o ácido carbónico formado pela adição de dióxido de carbono em solução, que contribui para a manutenção do pH baixo da bebida, mesmo quando este ácido é retirado numa fase final da sua produção<sup>89</sup>.

É necessário reconhecer que um esmalte danificado torna a dentina mais exposta, passível de ser atingida quer pelo processo erosivo quer pelas bactérias orais. Deste modo é indispensável modificar os componentes destas bebidas de modo a alterar o seu potencial erosivo.

Uma possível solução para tornar estas bebidas menos acidogénicas poderia passar pela diluição em água ou adição de protectores contra a desmineralização do esmalte<sup>18,90</sup>. Um estudo realizado mostrou que o cálcio e o fósforo diminuem o potencial de desmineralização do esmalte das bebidas ácidas, mas os detalhes exatos do processo não são descritos<sup>91</sup>. Uma medida importante é a introdução da palhinha com o aparecimento do primeiro dente, pois tem demonstrado uma diminuição do efeito acidogénico destas bebidas “light” sobre as estruturas dentárias<sup>18</sup>.

### **Espessantes alimentares à base de oligossacarídeos sintéticos**

A produção de oligossacarídeos sintéticos tem sido uma área em crescente evolução na indústria alimentar, que tenta conjugar um menor potencial cariogénico com propriedades benéficas para a saúde. Uma dessas propriedades, quase sempre presente nestes novos oligossacarídeos, é a indução de crescimento das bactérias probióticas no intestino grosso<sup>81</sup>. No entanto, do ponto de vista legal, alguns destes produtos não são considerados como

aditivos mas sim como ingredientes e consequentemente, não estão sujeitos à obrigatoriedade de realização dos testes de controlo devidos <sup>81</sup>.

Os isomalto-oligossacarídeos (IMOs), contêm maioritariamente ligações  $\alpha$ -1-6 e uma pequena quantidade de ligações  $\alpha$ -1-4. Foram considerados menos cariogénicos que os espessantes alimentares convencionais e têm o potencial de aumentar o crescimento das bactérias probióticas. Os resultados obtidos quando são incubados com *Streptococcus Mutans* são controversos, estudos apresentam uma menor produção de ácidos, quando comparado com a glucose ou a sacarose, mas outros estudos referem não existir uma diferença significativa <sup>81</sup>. Certo é que os IMOs não são substrato para as enzimas glucosiltransferases do *Streptococcus Mutans* e do *Streptococcus Sobrinus*, o que leva a uma inibição da produção de glucanos insolúveis e consequente diminuição da aderência destas bactérias às superfícies <sup>81</sup>.

Os fruto-oligossacarídeos (FOSs) são amplamente usados no Japão e considerados ingredientes, em vez de aditivos alimentares. São potenciadores do crescimento das bactérias probióticas e aumentam as propriedades organolépticas dos alimentos. Quando incubados com *Streptococcus* orais in vitro, estes são rapidamente hidrolisados por variadas espécies, promovendo o crescimento da placa bacteriana. Tal acontecimento deve-se à presença de fructanases em várias linhagens de *streptococcus*, sugerindo que estes oligossacarídeos têm um potencial cariogénico elevado. No entanto, são necessários mais estudos para avaliar estes produtos cada vez mais usados na indústria alimentar <sup>81</sup>.

Os Isómeros da sacarose têm merecido particular atenção, já que possuem as mesmas propriedades organolépticas que a sacarose, mas não o mesmo potencial cariogénico. Os isómeros são produzidos por transglusilação e Minami et al <sup>92</sup> sugeriu que nenhum deles era fermentado pelos *stretococcus* e todos inibiam a produção de glucanos.

### **Espessantes alimentares e Candidíase Oral**

A *Candida albicans* é a espécie de fungo mais associada à candidíase oral <sup>93</sup>. Na cavidade oral este microrganismo é comensal, geralmente em forma de levedura, revestida por uma matriz extracelular (EPS) e integra os biofilmes aderidos às superfícies dentárias <sup>94</sup>. Vários estudos têm tentado apontar uma relação entre a saliva e a capacidade de adesão da *Candida albicans*, no entanto os resultados são controversos. Existem autores que referem uma relação positiva entre a saliva e a capacidade de aderência aos biofilmes enquanto outros autores não concluem o mesmo <sup>95</sup>. O análogo também se verifica em relação à



saliva estimulada e não estimulada <sup>96</sup>. São necessários mais estudos para esclarecer qual o exato papel da saliva nas propriedades de adesão e formação de biofilmes da *Candida albicans*.

O comportamento da *Candida albicans* na presença de açúcares também tem sido estudado. Apesar dos estudos apresentarem mais uma vez resultados controversos, é certo que num meio com sacarose, glucose ou galactose o fungo apresenta uma melhor adesão ao acrílico <sup>96,97</sup>. A galactose parece ser particularmente efetiva no processo, talvez devido a uma estimulação da síntese de uma proteína da parede da levedura, a adesina fibrilar, que aumenta a capacidade de ligação aos biofilmes <sup>98,99</sup>.

Por outro lado, existem substâncias na Natureza com propriedades antifúngicas como é o caso do mel <sup>100</sup>. Este tem um largo espectro de acção <sup>101</sup> com propriedades antimicrobianas, e pode ser uma solução promissora para a substituição dos antifúngicos sintéticos <sup>102</sup>. Muitos estudos têm observado um aumento do efeito antifúngico, quando o amido de milho é adicionado ao mel <sup>102,103</sup>. Este efeito sinergista pode ser explicado pelas amilases existentes no mel, que quebram ligações entre as cadeias do amido, produzindo dextrinas e maltose. Como consequência, a osmolaridade do produto final aumenta e, com isso, a atividade antifúngica <sup>97,103</sup>. Alguns autores referem que o amido de gengibre é mais efetivo do que o de milho, provavelmente devido à sua menor resistência à ação das amilases <sup>102</sup>. Parecem ser necessários estudos mais aprofundados de modo a poder combinar e equilibrar a ação antimicrobiana de alguns produtos naturais com a de espessante alimentar do amido.

### **Outros efeitos antimicrobianos**

Os oligossacarídeos naturais presentes no leite têm propriedades como atividade prébiótica, propriedades anti-adesivas, anti-inflamatórias e são promotores do desenvolvimento cerebral. Porém, alguns oligossacarídeos sintéticos são comercializados com a propaganda de exibirem essas mesmas propriedades, o que nem sempre se verifica pois a sua estrutura e composição diferem bastante dos seus análogos naturais <sup>104</sup>. Os oligossacarídeos do leite simulam a superfície epitelial levando os microrganismos a aderirem-se aos carboidratos em vez da mucosa, prevenindo desta forma infeções. Alguns oligossacarídeos comerciais parecem ter algumas propriedades anti-adesivas <sup>105</sup>, mas que ficam bastante aquém das dos que ocorrem naturalmente.

### **Amido e a doença periodontal**

A doença periodontal é uma reação inflamatória da gengiva e do tecido conjuntivo à presença de bactérias na cavidade oral, mais especificamente nas superfícies dentárias <sup>106</sup>. Esta resposta inflamatória, gerada pelo próprio sistema imunitário, é responsável pela destruição tecidual, progredindo ao longo da gengiva até ao osso alveolar. Pode ser considerada reversível quando apenas afeta a gengiva, geralmente denominada por gengivite, ou irreversível quando ocorre envolvimento do osso alveolar e do ligamento periodontal, sendo chamada de periodontite <sup>106,107</sup>. Existem vários estudos que relacionam fatores de risco com a doença periodontal, nomeadamente o tabaco, a obesidade, a diabetes e a dieta rica em carboidratos <sup>108</sup>.

Alguns autores assumem que o excesso de placa bacteriana causado por uma dieta rica em carboidratos fermentáveis pode causar doença periodontal enquanto outros afirmam que não existe evidência suficiente para assumir tal relação <sup>107, 109</sup>. Já em 1961, Shaw and Griffith afirmavam que “Uma alimentação sem carboidratos fermentáveis previne praticamente qualquer início de lesões periodontais” <sup>110</sup>. Num estudo efetuado com ratos sujeitos a uma dieta sem carboidratos por um período de 90 dias, obteve-se como resultado uma redução da perda óssea alveolar em 38% <sup>111</sup>. Outro estudo mostrou também que a doença periodontal pode ser rapidamente induzida por açúcar ou amido, pois na sua presença verifica-se a acumulação de placa bacteriana com crescimento de bactérias mais agressivas <sup>112</sup>. Ainda que uma dieta restrita sem carboidratos seja praticamente inviável em humanos, 6 ensaios clínicos mostraram que a redução de carboidratos diminui a ocorrência de gengivite em 1/3 dos casos <sup>113</sup>.

Apesar de não estar de todo esclarecida, as evidências científicas sugerem uma relação direta entre uma dieta rica em carboidratos fermentáveis e a doença periodontal, sendo por isso mais um potencial efeito secundário a ter em conta quanto ao uso do amido como espessante alimentar.

### **Amido e o cancro oral**

O cancro oral tem origem, na sua maioria, na predisposição genética do indivíduo e na exposição frequente a carcinogénicos relacionados com o estilo de vida, como o tabaco, o álcool e o mascar betel <sup>114</sup>.

Dos vários factores de risco associados à dieta, o efeito carcinogénico das bebidas alcoólicas é o mais reconhecido <sup>87</sup>, principalmente devido aos metabolitos do etanol produzido pelas leveduras através da fermentação dos carboidratos <sup>115</sup>. No entanto, o efeito dos restantes componentes minoritários e a sua interacção no desenvolvimento do cancro oral ainda não foi bem estudado <sup>114</sup>. Na globalidade, 30-40 % dos casos de cancro é atribuído à falta de exercício físico, obesidade e a dietas pouco saudáveis, como deficiências no consumo de fruta, vegetais sem amido e comida contendo carotenóides <sup>114</sup>. Apesar de alguns estudos epidemiológicos indicarem evidência científica na relação entre o baixo consumo de frutas e vegetais e o cancro oral (10 a 15% dos casos <sup>116</sup>) é certo que a maioria dos indivíduos com hábitos tabágicos e de alcoolismo, tem normalmente um baixo consumo de frutas e vegetais, pelo que, esta relação pode estar sobrestimada <sup>117</sup>.

Embora exista uma relação complexa entre a alimentação e o cancro, estudos apontam que uma redução na alimentação calórica, do peso corporal, do tabaco e do álcool, reduz a incidência de muitos cancros nos humanos <sup>90,118</sup> pois as calorias parecem desempenhar um papel importante na divisão e na proliferação celular das células cancerígenas <sup>119</sup>.

### **Amido e o seu potencial anti-carcinogénico**

A relação entre a dieta e os vários tipos de cancro no homem tem vindo a ser alvo de vários estudos e os resultados obtidos variam consoante o tipo de cancro abordado.

Para o cancro colo-retal os resultados são pouco concordantes na literatura, pois alguns estudos apontam como fator de risco para esta patologia uma alimentação com elevadas quantidades de açúcar refinado <sup>120,121</sup> enquanto muitos outros estudos não encontraram uma relação significativa entre essas variáveis <sup>122</sup>. Um estudo apresentou a indução de lesões intestinais em ratos sujeitos a uma dieta rica em sacarose e dextrinas mas sem qualquer interferência no stresse oxidativo e na capacidade de desintoxicação das células intestinais <sup>123</sup>. Este resultado sugere que a dieta pode desempenhar um papel importante na progressão de tumores malignos no cólon <sup>123</sup>.

Alguns estudos referem que uma alimentação rica em milho ou trigo aumenta o risco de cancro no esófago. No entanto a informação disponível ainda carece de estudos aprofundados <sup>113</sup>.

Relativamente ao cancro da mama existem muitos estudos que relacionam positivamente este tipo de cancro a uma dieta rica em gordura <sup>124,125</sup> e inversamente a uma dieta rica em carboidratos <sup>124</sup>. No entanto noutro estudo, a frequência do cancro da mama aumentou com uma dieta rica em açúcares refinados <sup>126</sup>.

Quanto ao cancro gástrico, um estudo de caso-controle no Canadá indicou um risco ligeiro em relação ao consumo de carboidratos <sup>127</sup>. Existe uma forte relação entre o elevado consumo de cereais e o cancro gástrico <sup>128</sup>.

O exacto papel dos carboidratos e mais precisamente do amido no desenvolvimento do cancro é difícil de avaliar e quantificar. Contudo pode-se afirmar que um consumo excessivo de carboidratos desencadeia um excesso calórico, situação que pode influenciar o risco de desenvolvimento de cancro <sup>128</sup> mas serão necessários mais estudos para averiguar com evidência científica esta relação.

Uma alimentação rica em fibras é sugerida como tendo efeitos benéficos para a saúde, incluindo a protecção contra alguns tipos de cancro <sup>129</sup>.

Inicialmente neste tipo de dieta estavam apenas incluídos produtos derivados da parede celular e componentes obtidos através dessas paredes, polissacarídeos sem amido e outros produtos das células vegetais <sup>130,131</sup>. Recentemente os produtos abrangidos neste modelo de dieta incluem polissacarídeos de amido que não são digeridos no intestino delgado, chamado de amido resistente, pois este passa para o intestino grosso onde é degradado e fermentado <sup>130</sup>. Este tipo de amido tem um comportamento idêntico ao das fibras oferecendo até maiores vantagens já que pode ser manipulado tecnologicamente sem alterar as suas propriedades organolépticas <sup>132</sup> e corresponde, na sua maioria, ao amido de milho modificado com elevado teor de amilose.

A produção de SCFAs (ácidos gordos de cadeias curtas) e elevadas quantidades de butirato no colon <sup>133</sup> tem efeitos benéficos para a saúde, pois baixam o pH e desse modo permitem o crescimento das bifidobactérias, chamadas também de bactérias pré-bióticas, com múltiplos efeitos benéficos para a saúde <sup>67</sup>. Além disso, o butirato também parece inibir a proliferação e a diferenciação das células tumorais do intestino grosso *in vitro* <sup>134</sup>. Este tipo de dieta é então apresentada como potencial protetora do cancro colo-retal <sup>129,130</sup> e

da mama <sup>135</sup> o que não invalida que a mesma possa ser considerada como fator de risco para outros carcinomas <sup>130</sup>.

O potencial protector do amido resistente contra alguns tipos de cancro também é explicado pela menor densidade de energia da molécula, pois quando este tipo de amido é consumido continuamente previne doenças associadas à obesidade, tais como a diabetes insulino-dependente ou o cancro da mama <sup>132</sup>.

Experiências com animais mostraram uma redução significativa de tumores mamários em ratos alimentados com amido resistente comparativamente a ratos alimentados com amido normal <sup>132</sup>. O mecanismo que leva à diminuição tumoral parece estar associado à diminuição de energia mas também à mudança dos níveis de estradiol em circulação <sup>132</sup>.

O maior volume fecal promovido pelo amido resistente é também um efeito protetor <sup>136</sup> pois uma excreção mais volumosa diminui a quantidade de carcinogénicos absorvidos, facto com elevado significado já que os níveis de carcinogénicos na corrente sanguínea determinam o início do carcinoma <sup>137</sup>. Neste contexto, uma dieta rica em amido resistente parece estar associada a níveis de carcinogénicos inferiores comparativamente a uma dieta normal <sup>129</sup>.

## **Conclusão**

Os espessantes alimentares são amplamente utilizados industrialmente, não só para melhorar o sabor e a textura dos alimentos mas também para tornar mais fácil a deglutição e digestão dos mesmos, propriedades importantes para indivíduos que sofrem de disfagia e nos bebés. O amido é uma molécula que pode conferir tais propriedades, e apesar de ser largamente estudado é necessário cautela na sua utilização.

O esclarecimento é fundamental, não só em relação aos consumidores mas também aos profissionais de saúde, pois apesar das claras vantagens da utilização deste carboidrato, existem consequências inerentes ao seu consumo.

Existem vários tipos de amido mas o resistente à digestão apresenta claros benefícios em relação ao amido nativo, não só no menor teor calórico mas também na promoção do metabolismo no intestino, pelo crescimento de bactérias pré-bióticas, assemelhando-se ao observado numa dieta rica em fibras.

No entanto o potencial cariogénico continua elevado, ainda que menor quando comparado com os açúcares refinados, pelo que os cuidados de higiene oral após o seu consumo devem ser aconselhados. Após a degradação da molécula de amido na cavidade oral formam-se carboidratos fermentáveis que irão promover maior quantidade de placa bacteriana, aumentando a probabilidade de ocorrer gengivite.

As bebidas “sem açúcar” apesar de não conterem os habituais açúcares refinados, têm um potencial erosivo muito elevado para as estruturas dentárias, e o uso da palhinha deve ser aconselhado. Os efeitos antimicrobianos de algumas substâncias naturais como o mel, que aumentam com a adição de amido, devem ser explorados para a produção de antimicrobianos mais eficazes e à base de produtos naturais.

A relação do amido com o cancro oral ainda não está totalmente esclarecida, pelo que são necessários mais estudos. O amido resistente parece desempenhar um papel vantajoso quanto à prevenção do cancro colo-retal, mas essa relação também necessita de mais evidência científica.

Em conclusão, o amido é largamente estudado há mais de 20 anos, e com as técnicas de engenharia molecular a sua modificação foi-se adaptando às necessidades de uma sociedade cada vez mais rigorosa com a dieta. O potencial da utilização desta molécula na indústria alimentar está em constante crescimento pelo que devia ser alvo de mais estudos, dado o papel fundamental da dieta na saúde do organismo humano, por vezes pouco esquecida no contexto da medicina dentária.

**Referências Bibliográficas**

- 1-Juansang J, Puttanlek C, Rungsardthong V, Pancha-arnon S, Uttapap D. Effect of gelatinization on slowly digestible starch and resistant starch of heat-moisture treated and chemically modified canna starches. *Food Chem.*2012;131:500-507.
- 2-Blazek J, Copeland L. Pasting and swelling properties of wheat flour and starch in relation to amylose content. *Carbohydr Polym.*2008;71:380–387.
- 3-Eliasson AC. Starch in food: Structure, Function and Applications. *Starch-Starke.*2005;57(3-4):173.
- 4-Copeland L, Blazek H, Salman H, Tang M. Form and functionality of starch. *Food Hydrocoll.*2009;23:1527-1534.
- 5-Hermansson AM, Svegmärk K. Developments in the understanding of starch functionality. *Trends Food Sci tech.*1996;7:345–353.
- 6-Blazek J, Gilbert E. Application of small-angle X-ray and neutron scattering techniques to the characterization of starch structure: A Review. *Carbohydr Polym.*2011;85:281-293.
- 7-Buléon A, Colonna P, Planchot V, Ball S. Starch granules: Structure and biosynthesis. *Int J Biol Macromol.*1998;23:85-112.
- 8-Zhang B, Li X, Liu J, Xie F, Chen L. Supramolecular structure of A and B- type granules of wheat starch. *Food Hydrocoll.*2013;31: 68-73.
- 9-Singh N, Singh J, Kaur L, Sodhi N, Gill B. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food Chem.*2003;81:219-231.
- 10-Tester RF, Karkalas J, Qi X. Starch-composition, fine structure and architecture. *J Cereal Sci.*2004;39(2):151-165.
- 11-Tester RF, Qi X.  $\beta$ -limit dextrin e Properties and applications. *Food Hydrocoll.*2011;25:1899-1903.
- 12-Kim K S, Huber K C. Physicochemical properties and amylopectin fine structures of A- and B-type granules of waxy and normal soft wheat starch. *J Cereal Sci.*2010;51:256-264.
- 13-Smith AM. Starch biosynthesis and degradation. *HoPS.* 2007;2:1159–1165.
- 14-Cousidine DM. Foods and food production encyclopedia. *Food Policy.*1983;8:162-163
- 15-Singh J, Kaur L. McCarthy OJ. Factors influencing the physico-chemical, morphological, thermal and rheological properties of some chemically modified starches for food applications: A review. *Food Hydrocoll.*2007;21:1–22.
- 16-Hanson B, O’Leary MT, Smith CH. The Effect of Saliva on the Viscosity of Thickened Drinks. *Dysphagia.*2012;27:10–19

- 17-Frostell G. Effects of mouth rinses with sucrose, glucose, fructose, sorbitol and lyascin on the pH of dental plaque. *Odontol Revy*.1973;24:217–26.
- 18-Tahmassebi JF, Duggal MS, Malik-Kotru G, Curzon MEJ. Soft drinks and dental health: A review of the current literature. *J Dent*.2006;34:2-11.
- 19-Donald AM, Kato KL, Perry PA, Waigh TA. Scattering studies of the internal structure of starch granules.*Starch-Starke*.2001;53:504-512.
- 20-Ridout MJ, Gunning AP, Parker ML, Wilson RH, Morris VJ. Using AFM to image the internal structure of starch granules. *Carbohydr Polym*.2002;50:123-132.
- 21-Blanshard JMV, Bates D R, Muhr AH, Worcester DL, Higgins J S. Small angle neutron scattering studies of starch granule structure. *Carbohydr Polym*.1984;4:427–442.
- 22-Jane JL. Structure of starch granules.*JAG*.2007;54:31–36.
- 23-Perry PA, Donald AM. SANS study of the distribution of water within starch granules. *Int J Biol Macromol*.2000;28:31–39.
- 24-Banks W, Greenwood C T. Starch and its Components. *Starch – Starke*.1975;27(9): 325
- 25-Takeda Y, Hizukuri S, Takeda C, Suzuki A. Structures of branched molecules of amyloses of various origins and molar fractions of branched and unbranched molecules. *Carbohydr Res*.1987;165:139-145.
- 26-Peat S, Whelan WJ, Thomas GJJ. Evidence of multiple branching in waxy maize starch. *Chem Soc*.1952:4546-4548.
- 27-Dona AC, Pages G, Gilbert RG, Kuchel PW. Digestion of starch: In vivo and in vitro kinetic models used to characterize oligosaccharide or glucose release. *Carbohydr Polym*.2010; 80:599-617.
- 28-Manners DJ. Recent developments in our understanding of amylopectin structure. *Carbohydr Polym*.1989;11:87.
- 39-Robin J P, Mercier C, Charbonniere R, Guilbot A. Gel filtration and enzymatic studies of insoluble residues from prolonged acid treatment of potato starch. *Cereal Chem*. 1974;51:389.
- 30-French D. Fine structure of starch and its relationship to the organization of starch granules. *J Jpn Soc Starch Sci*.1972;19:8.
- 31-Davis H, Skrzypek W, Khan A. Iodine binding by amylopectin and stability of the amylopectin-iodine complex. *J Polym Sci Part A: Polym Chem*.1994;32:2267.
- 32-Biliaderis C G, Seneviratne H D. On the supermolecular structure and metastability of glycerol monostearate–amylose complex. *Carbohydr Polym*.1990;13:185–206.



- 33-Guraya H S, Kadan R S, Champagne E T. Effect of rice starch–lipid complexes on in vitro digestibility, complexing index, and viscosity. *Cereal Chem.* 1997; 74:561–565.
- 34-Kaur K, Singh N. Amylose–lipid complex formation during cooking of rice flour. *Food Chem.* 2000;71:511–517.
- 35-Immel S, Lichtenthaler FW. The hydrophobic topographies of amylose and its blue iodine complex. *Starke-Starch.* 2000;52(S): 1–8.
- 36-Biliaderis C G, Galloway G. Crystallization behaviour of amylose-V complexes: structure-property relationships. *Carbohydr Res.* 1989; 189:31–48.
- 37-Gelders G G, Duyck J P, Goesart H, Delcour J A. Enzyme and acid resistance of amylose–lipid complexes differing in amylose chain length, lipid and complexation temperature. *Carbohydr Polym.* 2005;60:379–389.
- 38-Greenwell P, Schofield JD. A starch granule protein associated with endosperm softness in wheat. *Cereal Chem.* 1986;63:379–80.
- 39-Oda S, Schofield JD. Characterisation of friabilin polypeptides. *J Cereal Sci.* 1997;26:29-36.
- 40-Hirsch JB, Kokini JL. Understanding the mechanism of cross-linking agents (POCl<sub>3</sub>, STMP, and EPI) through swelling behavior and pasting properties of cross-linked waxy maize starches. *Cereal Chem.* 2002;79:102–107.
- 41-Kavitha R, BeMiller JN. Characterization of hydroxypropylated potato starch. *Carbohydr Polym.* 1998;37:115-121.
- 42-Lim S T, Seib P A. Location of phosphate esters in a wheat starch phosphate by <sup>31</sup>P-nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Cereal Chem.* 1993;70:145–152.
- 43-Richardson S, Nilsson GS, Bergquist K, Gorton L, Mischnick P. Characterisation of the substituent distribution in hydroxypropylated potato amylopectin starch. *Carbohydr Res.* 2000;328:365–373.
- 44-Huber KC, BeMiller JN. Location of sites of reaction within starch granules. *Cereal Chem.* 2001;78:173-180
- 45-Bemiller JN. Starch modification: Challenges and prospects. *Starch-Starke.* 1997;49:127-131.
- 46-Choi SG, Kerr W L. Effects of chemical modification of wheat starch on molecular mobility as studied by pulsed <sup>1</sup>H NMR. *Trends Food Sci Tech.* 2003;51:1-8.

- 47-Kim HR, Muhrbeck P, Eliasson AC. Changes in rheological properties of hydroxypropylated potato starch pastes during freeze-thaw treatments. Effect of cooking conditions and concentration of the starch paste. *J. Sci. Food Agr.*1993;61:109-116.
- 48-Perera C, Hoover R, Martin AM. The effect of hydroxypropylation on the structure and physicochemical properties of native defatted and heat- moisture treated potato starches. *Food Res Int.*1997;30:235-247.
- 49-Liu H, Ramsden L, Corke H Physical properties and enzymatic digestibility of hydroxypropylated ae, wx and normal maize starch. *Carbohydr. Polym.*1999; 40:175-182.
- 50-Shi X, BeMiller J N. Effect of sulfate and citrate salts on derivatization of amylose and amylopectin during hydroxypropylation of corn starch. *Carbohydr. Polym.*2000;43:333-336.
- 51-Seow CC, Thevamalar K. Internal plasticization of granular rice starch by hydroxypropylation: Effects on phase transitions associated with gelatinization. *Starch-Starke.*1993;45:5-88.
- 52-Wootton M, Manatsathit A. The influence of molar substitution on the water binding capacity of hydroxypropyl maize starches. *Starch-Starke.*1983;35:92-94.
- 53-Acquarone V M, Rao M A. Influence of sucrose on the rheology and granule size of cross-linked waxy maize starch dispersions heated at two temperatures. *Carbohydr. Polym.*2003;51:451-458.
- 54-Frazier PJ, Donald AM, Richmond P, group RSoCFc. Starch: Structure and Functionality : [the Proceedings of an International Conference Sponsored by the Food Chemistry Group of The Royal Society of Chemistry in Association with the Institute of Food Science and Technology Research Subject Group Held at the University of Cambridge, UK, 15-17 April 1996]: Royal Soc. of Chemistry; 1997.
- 55-Svegmark K, Helmersson K, Nilsson G, Nilsson P O, Andersson R, Svensson E. Comparison of potato amylopectin starches and potato starches- influence of year and variety. *Carbohydr. Polym.*2002;47:331-340.
- 56-Schirmer M, Hochstotter A, Jekle M, Arendt E, Becker T. Physicochemical and morphological characterization of different starches with variable amylose/amylopectin ratio. *Food Hydrocoll.*2012;32(1):52-63.
- 57-Hofvander P, Persson P T, Tallberg A, Wikstrom O. Surface Composition and Morphology of Starch, Amylose, and Amylopectin Films. *Biomacromolecules.*2003;4(1):166-172.

- 58- Chen J Y Y, et al. Effects of Amylopectin Branch Chain Length and Amylose Content on the Gelatinization and Pasting Properties of Starch1. *Cereal Chem.*1999;76(5):629-637.
- 50-Slade L, Levine H. Non-equilibrium melting of native granular starch: Part I. Temperature location of the glass transition associated with gelatinization of A-type cereal starches. *Carbohydr. Polym.*1988;8:183–208.
- 60-Biliaderis CG, Page CM, Maurice TJ, Juliano BO. Thermal characterization of rice starches: A polymeric approach to phase transitions of granular starch. *Food Chem.*1986;34:6–14.
- 61-Miyazawa T, Ohtsu S, Nakagawa Y, Funazukuri T. Solvothermal treatment of starch for the production of glucose and maltooligosaccharides. *J Mater Sci Mater Med.*2006;41:1489–1494.
- 62-Parker R, Ring SG.Aspects of the physical chemistry of starch. *J Cereal Sci.*2001;34:1-17.
- 63- J6- Bogracheva T Y, Wang T L, Hedley C L. Implications of genetic changes in starch granular structure to gelatinization behavior. *Special Publication J Chem Soc.*2012;71: 77–81.
- 64-Planchot V, Colonna, P, Buleon A. Enzymatic hydrolysis of  $\alpha$ -glucan crystallites. *Carbohydr. Res.*1997;298:319–326.
- 65- Htoon A, Shrestha AK, Flanagan BM, Lopez-Rubio A, Bird A R, Gilbert E P, et al. Effects of processing high amylose maize starches under controlled conditions on structural organisation and amylase digestibility. *Carbohydr Polym.*2009;75:236–245.
- 66-Nebesny E, Rosicka J, Tkaczyk M. Influence of conditions of maize starch enzymatic hydrolysis on physicochemical properties of glucose syrups. *Starch-Starke.*2004;56:132–137.
- 67-Allen L, Prentice A, Caballero B. Resistant Starch and Oligosaccharides. In: Lindsay Allen, Andrew Prentice.Vol.4; 2005.322-329.
- 68-Zajác A, Gyémánt G, Vittori N, Kandra L. Aleppo tannin: structural analysis and salivary amylase inhibition. *Carbohydr. Res.*2007;342:717–723.
- 69-Vesterinen E, Myllarinen P, Forssell P, Soderling E, Autio K. Structural properties in relation to oral enzymatic digestibility of starch gels based on pure starch components and high amylose content. *Food Hydrocoll.*2002;16:161-167.
- 70-Yue P, Waring S. Resistant starch in food applications.CFW.1998;43(9):690-695.

- 71-Thurnheer T, Giertsen E, Gmur R, Guggenheim B. Cariogenicity of soluble starch in oral in vitro biofilm and experimental rat caries studies: a comparison. *J Appl Microbiol.* 2008;105(3):829-36.
- 72-Bjorck I. Starch: Nutritional aspects. Carbohydrates in food. In A.-C. Eliasson. New York: Marcel Dekker; 1996. p. 505-551.
- 73-Tanzer JM, Baranowski LK, Rogers JD, Haase EM, Scannapieco FA. Oral colonization and cariogenicity of *Streptococcus gordonii* in specific pathogen-free TAN:SPFOM(OM)BR rats consuming starch or sucrose diets. *Arch Oral Biol.* 2001;46:323-333.
- 74-Klein MI, DeBaz L, Agidi S, Lee H, Xie G, Lin AH, et al. Dynamics of *Streptococcus mutans* transcriptome in response to starch and sucrose during biofilm development. *PLoS One.* 2010;5:10.
- 75-Loesche WJ. Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiol Rev.* 1986;50:353-380.
- 76-Bowen WH. Do we need to be concerned about dental caries in the coming millennium? *J Am Dent Assoc.* 2002; 133:1405-1407.
- 77-Fu D T, Robyt JF. Maltodextrin acceptor reactions of *Streptococcus mutans* 6715 glucosyltransferases. *Carbohydr Res.* 1991;217:201-211.
- 78-Vacca-Smith AM, Venkitaraman AR, Quivey Jr. RG, Bowen W H. Interactions of streptococcal glucosyltransferases with alpha-amylase and starch on the surface of saliva-coated hydroxyapatite. *Arch Oral Biol.* 1996;41:291-298.
- 79-Hanson B, Cox B, Kaliviotis E, Smith CH. Effects of Saliva on Starch-thickened Drinks with Acidic and Neutral pH. *Dysphagia.* 2012;27:427-435.
- 80-Hall JE. Guyton and hall textbook of medical physiology. 12<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Saunders; 2010.
- 81-Moynihan P J. Update on the nomenclature of carbohydrates and their dental effects. *J Dent.* 1998;26(3):209-218.
- 82-Dokic L, Jakovljevic J, Dokic P. Relation between viscous characteristics and dextrose equivalent of maltodextrins. *Starch-Starke.* 2004;56(11):520-5.
- 83-Khatib G R, Duggal M S, Toumba K J. Na evaluation of the acidogenic potencial of maltodextrins in vivo. *J Dent.* 2001;29:409-414.

- 84-Fry AJ, Grenhy TH. The effects of reduced sucrose intake on formation and composition of dental plaque in a group of men in the Antarctic. Arch Oral Biol.1972;17:217-226.
- 85-Moynihan PJ, Gould ME, Huntly N, et al. Effect of glucose polymers in water, milk and milk substitute on plaque PH in vitro. Int J Paediatr Dent.1996;6:19-24.
- 86-Russell RRB, Aduse-Opoku J, Sutcliffe IC, Tao A, Land Ferretti JJ. A binding protein dependant transport system in *streptococcus mutans* responsible for multiple sugar metabolism. J Biol Chem.1992;267:4631-4637.
- 87-Nunn J. Nutrition and Dietary Challenges in Oral Health. Nutrition.2001;17:426–427.
- 88-Creanor SL, Ferguson JF, Foye RH. Comparison of cariogenic potential of caloric and non-caloric carbonated drinks. J Dent Res.1995;74:873–876.
- 89-Grobler SR, Van der Horst G. Biochemical analysis of various cool drinks with regard to enamel erosion, de- and remineralisation. SADJ.1982;37:681–4.
- 90-Marmot M, Atinmo T, Byers T, Chen J, Hirohata T Jackson A, et al. Food, nutrition and the prevention of cancer; a global perspective. OAI.2007; 7:29:01.
- 91-Hills JE, Sullivan HR. Studies of the acid decalcification of human dental enamel. Australian Dental Journal.1958;3:6–18.
- 92-Ooshima T, Izumitani A, Minami T, Fujiwara T, Nakajima Y, Hamada S. Trehalulose does not induce caries in rats infected with mutans Streptococci. Caries Res.1991;25:277-282.
- 93-Amit KT, Anushree M. Liquid and vapour-phase antifungal activities of selected essential oils against *Candida albicans*: microscopic observations and chemical characterization of *Cymbopogon citratus*. BMC Complement Altern Med.2010;10:65.
- 94-Branchini ML, Pfaller MA, Rhine-Chalberg J, Frempong T, Isenberg HD. Genotypic variation and slime production among blood and catheter isolates of *Candida parapsilosis*. J Clin Microbiol.1994;32:452-456.
- 95-McCourtie J, MacFarlane TW, Samaranayake LP. Effect of saliva and serum on the adherence of *Candida* species to chlorhexidine-treated denture acrylic. J Med Microbiol.1986;21:209-213.
- 96-Jin Y, Samaranayake L P, Samaranayake Y, Yip H K. Biofilm formation of *Candida albicans* is variably affected by saliva and dietary sugars. Arch Oral Bio.2004;49:789-798.

- 97-Khaled H. Abu-Elteen. The influence of dietary carbohydrates on in vitro adherence of four *Candida* species to human buccal epithelial cells. *Microb Ecol Health Dis.* 2005;17:156-162.
- 98-McCourtie J, Douglas LJ. Relationship between cell surface composition of *Candida albicans* and adherence to acrylic after growth on different carbon sources. *Infect Immun.* 1981;32:1234-1241.
- 99-McCourtie J, Douglas LJ. Extracellular polymer of *Candida albicans*: isolation, analysis and role in adhesion. *J Gen Microbiol.* 1985;131:495-503.
- 100-Koç AN, Silici S, Kasap F, Hormet-Oz HT, Mavus-Buldu H, Ercal BD. Antifungal activity of the honeybee products against *Candida* spp. and *Trichosporon* spp. *J Med Food.* 2011;14(1-2):128-134.
- 101-Muhrbeck P, Svensson E. Annealing properties of potato starch with different degrees of phosphorylation. *Carbohydr Polym.* 1996;31:263-267.
- 102-Moussa1 A, Noureddine D, Hammoudi SM, Saad A, Bourabeh A, Houari H. Additive potential of ginger starch on antifungal potency of honey against *Candida albicans*. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2012;253-255.
- 103-Torleya PJ, Rutgersb RPG, D'Arcya B, Bhandari BR. Effect of honey types and concentration on starch gelatinization. *PLoS One.* 2004;37:161–170.
- 104-Hickey R M. The role of oligosaccharides from human milk and other sources in prevention of pathogen adhesion. *Int Dairy J.* 2012; 141-146.
- 105-Shoaf K, Mulvey GL., Armstrong, GD, Hutkins RW. Prebiotic galactooligosaccharides reduce adherence of enteropathogenic *Escherichia coli* to tissue culture cells. *IAI.* 2006;74:6920-6928.
- 106-Loesche WJ. Microbiology of Dental Decay and Periodontal Disease. Medical Microbiology 4th edition. Galveston (TX): University of Texas Medical Branch at Galveston; 1996. Chapter 99.
- 107-Cottrell R C. Dental disease. The Sugar Bureau. 2005;527-534.
- 108-Newman MG, Takei HH, Klokkevold PR, Carranza FA. Carranza's CLINICAL PERIODONTOLOGY. 11th Edition. 2012, ELSEVIER SAUNDERS. Pag.61.
- 109-Reynolds MA, Dawson RD, Novak KF, Ebersole JL, Gunsolley J C, et al. Effects of caloric restriction on inflammatory periodontal disease. *Nutrition* 2009;25:88–97.
- 110-Shaw JH, Griffiths D. Relation of protein, carbohydrate, and fat intake to the periodontal syndrome. *J Dent Res* 1961;40:614.

- 111-Baer PN, White CL. Studies on periodontal disease in the Mouse IV: The effects of a high protein, low carbohydrate diet. *J Periodontol* 1961;32:328-330.
- 112-Page RC, Schroeder HE. Periodontitis in man and other animals: A comparative review. *NLM*. 1982.
- 113-Hujoel P. Dietary Carbohydrates and Dental-Systemic Diseases. *J Dent Res*. 2009; 88(6):490-502.
- 114- Petti S. Lifestyle risk factors for oral cancer. *Oral Oncology*. 2009;45:340–350.
- 115-Seitz HK, Stickel F. Molecular mechanisms of alcohol-mediated carcinogenesis. *Nat Rev Cancer*. 2007;7(8):599–612.
- 116-Wahlqvist ML. Nutrition and prevention of chronic diseases: a unifying eco-nutritional strategy. *Nutr Metab Cardiovas*. 2004;14(1):1-5.
- 117-Serdula MK, Byers T, Mokdad AH, Simoes E, Mendlein JM, Coates RJ. The association between fruit and vegetable intake and chronic disease risk factors. *Epidemiology*. 1996;7(2):161–165.
- 118-Weisburger JH. Nutritional approach to cancer prevention with emphasis on vitamins, antioxidants, and carotenoids. *Am J Clin Nutr*. 1991;53:2268-2378.
- 119-Djuric Z, Lu MH, Lewis SM, Luongo A, Chen XW, Heilbrun LK, et al. Oxidative DNA damage levels in rats fed low-fat, high-fat, or calorie-restricted diets. *Toxicol Appl Pharmacol*. 1992;115:156-160.
- 120-Potter JD. Risk factors for colon neoplasia- epidemiology and biology, *Eur. J. Cancer* 1995; 31:1033-1038.
- 121-Potter JD. Colorectal cancer: molecules and populations, *J. Natl. Cancer Inst*. 1999;91:916-932.
- 122-Burley VJ. Sugar consumption and cancers of the digestive tract- review. *Eur. J. Cancer Prev*. 1997;6:422-434.
- 123-Poulsen M, Mølck A-M, Thorup I, Breinholt V, Meyer O. The influence of simple sugars and starch given during pre- or post-initiation on aberrant crypt foci in rat colon. *Cancer Lett*. 2001;167:135-143.
- 124-Carroll KK. Experimental studies on dietary fat and cancer in relation to epidemiological data. *Prog clin Biol Res*. 1986;222:231- 248.
- 125-Meites J. Relation of prolactin and estrogen to mammary tumorigenesis in the rat, *J Natl Cancer Inst*. 1972; 48:1217-1224

- 126-Tanaka T. Effect of diet on human carcinogenesis. *Crit Rev Oncol Hematol*.1997;25:73-95.
- 127-Risch HA, Jain M, Choi NW, Fodor JG, Pfeiffer CJ, Howe GR, et al. Dietary factors and the incidence of cancer of the stomach. *Am J Epidemiol*.1985;122(6): 947-959.
- 128-Miller AB. Diet and cancer: a review. *Acta Onco*.1990;129:87-95.
- 129-Ferguson LR, Zhub S, Kestell P. Contrasting effects of non-starch polysaccharide and resistant starch-based diets on the disposition and excretion of the food carcinogen, 2-amino-3-methylimidazo[4,5-f]quinoline (IQ), in a rat model. *Food Chem Toxicol*. 2003;41:785-792.
- 130-Ferguson LR, Harris PJ. Studies on the role of specific dietary fibres in protection against colorectal cancer. *Mutat Res*.1996;350:173-184.
- 131-Harris, P.J., Ferguson, L.R., 1993. Dietary fibre: its composition and role in protection against colorectal cancer. *Mutation Research*.290:97–110.
- 132-Kasaoka S, Ikai M, Oh-hashii A, Morita T, Kiriyaama S. High amylose corn starch retarded 7,12- dimethylbenz[a] anthracene-induced mammary tumor development in female rats. *Nutrition Research*.1997;17(6):1035-1046.
- 133-Cummingh. JH, Macfarlane GT. The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. *J Appl Baa*.1991;70:433-159.
- 134-Roediger WEW. Utilization of nutrients by isolated epithelial cells of the rat colon. *Gastroenterology*.1982;83:124-429.
- 135-Rose DP, Goldman M, Connolly JM, Strong LE. High-fiber diet reduces serum estrogen concentrations in premenopausal women. *J Am Clin Nutr*.1991;54:520-525.
- 136-Kestell P, Zhao L, Zhu S-T, Harris P J, Ferguson LR.. Studies on the mechanism of cancer protection by wheat bran: effects on the absorption, metabolism and excretion of the food carcinogen 2-amino- 3-methylimidazo[4,5-f]quinoline (IQ). *Carcinogenesis*.1999;20:2253–2260.
- 137-Potter JD. Colorectal cancer: molecules and populations. *Journal of the JNCI*.1999;91: 916–932